



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

PHNL 000275

j1017 U.S. PTO
09/850346
05/07/01

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

00201774.7

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Der Präsident des Europäischen Patentamts:
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 17/11/00
LA HAYE, LE



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:
Application no.: 00201774.7
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 19/05/00
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
NO TITLE

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

See for original title page 1 of the description.

This Page Blank (uspto)

Werkwijze, systeem en apparaat

EPO - DG 1

19. 05. 2000

(86)

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het kiezen van een optimale kandidaat-waarde voor gebruik bij het matchen van een blok uit een eerste afbeelding met een gebied uit een tweede afbeelding, welke werkwijze omvat:

- (a) het maken van een verzameling met kandidaat-waarden voor het bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding,
- (b) voor elke kandidaat-waarde uit de verzameling, het op basis van de genoemde kandidaat-waarde bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding, het matchen van het blok uit de eerste afbeelding met dit gebied en het berekenen van een matching error, en
- (c) het kiezen van de optimale kandidaat-waarde uit de verzameling op basis van de berekende matching errors.

De uitvinding heeft voorts betrekking op een systeem voor het kiezen van een optimale kandidaat-waarde voor gebruik bij het matchen van een blok uit een eerste afbeelding met een gebied uit een tweede afbeelding, welk systeem omvat:

- een verzamelaar, welke is ingericht voor het maken van een verzameling met kandidaat-waarden voor het bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding,
- een matcher, welke is ingericht voor het voor elke kandidaat-waarde uit de verzameling op basis van de genoemde kandidaat-waarde bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding, het matchen van het blok uit de eerste afbeelding met dit gebied en het berekenen van een matching error, en
- een selector, welke is ingericht voor het kiezen van de optimale kandidaat-waarde uit de verzameling op basis van de berekende matching errors.

De uitvinding heeft voorts betrekking op een apparaat voor het bewerken van een videosignaal bestaande uit een verscheidenheid aan afbeeldingen.

Een werkwijze van de in de aanhef omschreven soort is bekend uit de internationale octrooiaanvraag gepubliceerd onder nummer WO 99/40726 (PHN 17.017) van dezelfde aanvrager als de huidige aanvraag. Bij blok-gebaseerde technieken voor het bepalen van beweging en diepte in een afbeelding wordt de afbeelding verdeeld in een aantal

blokken, bijvoorbeeld rechthoeken van gelijke grootte. De afbeelding kan dan worden vergeleken met een andere afbeelding door het matchen van de afzonderlijke blokken in de andere afbeelding.

Het matchen van een blok met een tweede afbeelding gebeurt door een aantal
5 kandidaat-waarden voor de bewegingsvector of de diepte te kiezen en vervolgens voor elke kandidaat-waarde te bepalen in hoeverre het blok overeenkomt met een gebied in de tweede afbeelding. De mate van afwijking in deze overeenkomst kan worden berekend. Deze afwijking heet de matching error die hoort bij de kandidaat-waarde. De optimale kandidaat-waarde is de kandidaat-waarde met een relatief kleine matching error. Geschikte kandidaat-
10 waarden zijn onder andere de dieptes of de bewegingsvectoren van nabij gelegen blokken uit de eerste afbeelding, aangezien het waarschijnlijk is dat deze ongeveer dezelfde karakteristieken hebben als het huidige blok. Aangezien een blok bestaat uit pixels, kan de matching error worden bepaald aan de hand van de pixels die overeenstemmen in het blok uit de eerste afbeelding en in het gebied in de tweede afbeelding. Een mathematische techniek
15 zoals het bepalen van de gemiddelde kwadratische fout (MSE) is hiervoor geschikt.

Een bezwaar van de bekende werkwijze is dat niet wordt vastgesteld of de volgens de hierboven beschreven werkwijze gekozen optimale kandidaat-waarde accuraat genoeg is. Wanneer deze correct is gekozen, dus wanneer zijn matching error overeenkomt met de werkelijk minimale matching error, is het niet nodig om de werkwijze te herhalen,
20 alhoewel dit in de werkwijze zoals hierboven beschreven wel zal gebeuren.

Het is een doel van de uitvinding om te voorzien in een werkwijze van de in de aanhef omschreven soort, waarbij een betere keuze voor de optimale kandidaat-waarde
25 gemaakt wordt.

Dit doel is bij de werkwijze volgens de uitvinding daardoor bereikt, dat de stappen (a), (b) en (c) herhaald worden wanneer, als gevolg van een verandering in de waarde van de gekozen optimale kandidaat-waarde, een stijging in de bijbehorende matching error aan een vooraf bepaald criterium voldoet. Deze verandering is een maat voor de sterkte van
30 de gekozen optimale kandidaat-waarde. Als blijkt dat de gekozen optimale kandidaat-waarde niet voldoet aan het criterium, dan is deze niet voldoende sterk, en dan worden de stappen (a), (b) en (c) van de werkwijze herhaald om een sterkere optimale kandidaat-waarde te bepalen.

In een uitvoeringsvorm van de werkwijze is het vooraf bepaald criterium een percentage van de matching error van de gekozen optimale kandidaat-waarde. Deze uitvoeringsvorm heeft het voordeel dat nu makkelijk te controleren is of aan het criterium is voldaan.

- 5 In een verdere uitvoeringsvorm van de werkwijze wordt de genoemde stijging gevonden door een helling te bepalen van een kromme behorende bij een functie van matching error tegen kandidaat-waarde. De helling van deze kromme is een maat voor de stijging.

- 10 In een verdere uitvoeringsvorm van de werkwijze is het vooraf bepaald criterium een maximum voor de helling van deze kromme. Deze uitvoeringsvorm heeft het voordeel dat nu eenvoudig bepaald kan worden of aan het criterium is voldaan.

Het is een doel van de uitvinding om te voorzien in een systeem van de in de aanhef omschreven soort, waarbij een betere keuze voor de optimale kandidaat-waarde gemaakt wordt.

- 15 Dit doel is bij het systeem volgens de uitvinding daardoor bereikt, dat het systeem is ingericht om te bepalen of, als gevolg van een verandering in de waarde van de gekozen optimale kandidaat-waarde, een stijging in de bijbehorende matching error aan een vooraf bepaald criterium voldoet, en is ingericht om in dat geval de verzamelaar, de matcher en de selector te activeren. Door het activeren van de verzamelaar, de matcher en de selector
20 wordt een nieuwe keuze gemaakt voor de optimale kandidaat-waarde. Dit is alleen nodig wanneer de eerder gekozen optimale kandidaat-waarde niet voldoende sterk is, ofwel wanneer deze niet aan het criterium voldoet.

In een uitvoeringsvorm van het systeem is het vooraf bepaald criterium een percentage van de matching error van de gekozen optimale kandidaat-waarde.

- 25 In een verdere uitvoeringsvorm is het systeem ingericht om de genoemde stijging te bepalen door een helling te bepalen van een kromme behorende bij een functie van matching error tegen kandidaat-waarde.

In een uitvoeringsvorm van het systeem is het vooraf bepaald criterium een maximum voor de helling van deze kromme.

- 30 Het is tevens een doel van de uitvinding om te voorzien in een apparaat van de in de aanhef omschreven soort, waarbij een betere bewerking van het videosignaal gerealiseerd wordt.

Dit doel is bij het apparaat volgens de uitvinding daardoor bereikt, dat het apparaat bevat:

- een systeem volgens de uitvinding voor het kiezen van een optimale kandidaat-waarde voor gebruik bij het matchen van een blok uit een eerste afbeelding met een gebied uit een tweede afbeelding, welk systeem ingericht is om optimale kandidaat-waarden te kiezen voor blokken uit de afbeeldingen uit de genoemde verscheidenheid, en
- 5 • een beeldbewerker voor het bewerken van het videosignaal om een verbeterd (enhanced) videosignaal te verkrijgen op basis van de verkregen optimale kandidaat-waarden zoals bepaald door het genoemde systeem.

De beeldbewerker verbetert de afbeelding op basis van de optimale kandidaat-waarde, welke gekozen is door een systeem volgens de uitvinding. Aangezien er bij dit
10 systeem een betere keuze wordt gemaakt voor de optimale kandidaat-waarde, zal dit leiden tot een verbeterde (enhanced) afbeelding welke beter (improved) is dan bij andere apparaten.

In een uitvoeringsvorm is het apparaat voorts voorzien van een display systeem voor het afbeelden van het verbeterde (enhanced) videosignaal.

15

Deze en andere aspecten van de uitvinding zullen nu verder worden besproken aan de hand van de tekening. Daarin is:

Figuur 1 een schematische voorstelling van een aantal kandidaat-waarden en hun matching errors;

20

Figuur 2 een schematische voorstelling van een aantal kandidaat-waarden en hun matching errors; en

Figuur 3 een schematische weergave van een apparaat voor het bewerken van een afbeelding volgens de uitvinding.

25

Bij blok-gebaseerde technieken voor het bepalen van beweging en diepte in een eerste afbeelding wordt de afbeelding verdeeld in een aantal blokken. Deze blokken kunnen rechthoekig en van gelijke grootte zijn, zodat het verdelen eenvoudig en snel kan gebeuren, alhoewel het ook mogelijk is om willekeurige andere vormen te gebruiken. Het
30 gebruik van niet-rechthoekige blokken heeft het voordeel dat nu arbitraire objecten afgedekt kunnen worden door een groep blokken, zodat de beweging of diepte van zo'n object bepaald kan worden. Door de afbeelding te verdelen in blokken, is het nu mogelijk om de afbeelding te vergelijken met een tweede afbeelding door de blokken uit de eerste afbeelding te matchen met een gebied uit de tweede afbeelding. Als de blokken voldoende klein gekozen worden,

dan kan worden aangenomen dat elk blok uniform beweegt en dat de diepte in een blok overal hetzelfde is. Het is dan mogelijk om een gebied uit de tweede afbeelding te zoeken dat overeenkomt met een blok uit de eerste afbeelding. Als dit gevonden is, kan de verschuiving van dit blok tussen de twee afbeeldingen worden bepaald en daarmee de beweging van dit blok. Als de twee afbeeldingen beide betrekking hebben op een stilstaand object, levert dit de informatie op die nodig is om de diepte van dat object te kunnen bepalen.

Het zal zelden voorkomen dat een blok uit de eerste afbeelding volledig overeenkomt met een gebied uit de tweede afbeelding. Dit probleem wordt opgelost door op basis van een kandidaat-waarde voor de diepte of voor de bewegingsvector te bepalen waar het blok uit de eerste afbeelding zich zou moeten bevinden in de tweede afbeelding. Vervolgens wordt het hiermee overeenkomende gebied uit de tweede afbeelding gematched met het eerste blok en kan de mate van afwijking in de overeenkomst worden berekend. Deze afwijking heet de matching error (matching error) van de kandidaat-waarde. De optimale kandidaat-waarde is de kandidaat-waarde met een relatief kleine matching error, bij voorkeur de kleinste matching error.

Aangezien een blok bestaat uit pixels, kan de matching error worden bepaald aan de hand van de pixels die overeenstemmen in de twee blokken. Een wiskundige techniek zoals het bepalen van de gemiddelde kwadratische fout (MSE) is hiervoor geschikt. Hiermee kan de matching error voor een bewegingsvector (dx, dy) als volgt worden berekend:

$$MSE(i, j) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [U_1(m, n) - U_0(m + dx, n + dy)]^2$$

Hierbij zijn M en N de dimensies van het blok in pixels en is $U_i(m, n)$ de pixel-intensiteit in afbeelding i op locatie (m, n). Het berekenen van de matching error voor een diepte d gebeurt op een vergelijkbare manier.

Een andere geschikte wiskundige techniek is het berekenen van de som van de absolute verschillen (SAD). Hiermee kan de matching error voor een diepte d als volgt worden berekend:

$$SAD(d) = \sum_{(x,y) \in B} |U_1(x + \Delta x(d), y + \Delta y(d)) - U_0(x, y)|$$

Hierbij is (x, y) een pixel in een blok B en is $\Delta x(d)$ de verandering van x op grond van de kandidaat-waarde voor de diepte d .

Naast de gemiddelde kwadratische fout en de som van de absolute verschillen kunnen ook andere wiskundige technieken, zoals het gemiddelde absolute verschil of de som van de kwadratische fouten, worden gebruikt voor het berekenen van de matching error van een kandidaat-waarde voor de diepte of voor een bewegingsvector.

Uit praktische overwegingen, onder andere omdat er bij de bewerking van videosignalen maar weinig tijd is om een afzonderlijke afbeelding te bewerken, wordt meestal een verzameling met een beperkt aantal kandidaat-waarden gemaakt, die vervolgens, zoals hierboven beschreven, worden gebruikt om een gebied uit de tweede afbeelding te bepalen, waarna het blok uit de eerste afbeelding daarmee gematched wordt. Het is gebruikelijk om in deze verzameling de waarden voor de diepte of de gevonden bewegingsvector van nabij gelegen andere blokken te kiezen, eventueel aangevuld met een willekeurige waarde of een eerder berekende waarde voor de diepte of de bewegingsvector voor dit blok. Na het berekenen van de matching errors van de elementen van de verzameling, wordt de optimale kandidaat-waarde gekozen als de kandidaat-waarde met de kleinste matching error.

De stappen van het maken van de verzameling, het berekenen van de matching errors van de elementen van deze verzameling en het kiezen van de optimale kandidaat-waarde kunnen als drie aparte stappen worden uitgevoerd, maar ook in combinatie worden uitgevoerd. Voor elke gekozen kandidaat-waarde kan bijvoorbeeld direct de matching error worden berekend, waarna deze kan worden vergeleken met een "lopend minimum". Blijkt een zojuist berekende matching error kleiner dan dit lopend minimum, dan wordt de huidige kandidaat-waarde gekozen als voorlopige optimale kandidaat-waarde en zijn matching error als nieuw lopend minimum. Nadat alle kandidaat-waarden in de verzameling gekozen zijn, is de aldus bepaalde voorlopige optimale kandidaat-waarde nu de werkelijke optimale kandidaat-waarde.

De hierboven beschreven werkwijze kan een aantal malen worden herhaald, om zo tot de best mogelijke keuze voor de optimale kandidaat-waarde te komen. In het geval van het bepalen van diepte in de afbeelding worden dan initieel de dieptes willekeurig gekozen. Bij elke herhaling worden dan de waarden van nabij gelegen blokken gebruikt, die mogelijk anders zijn dan in de vorige herhaling. De nieuw gevonden waarde met de kleinste matching error wordt dan vervolgens gebruikt bij de berekening van de matching error van andere blokken. Wanneer de waarden niet langer veranderen, is de definitieve diepte bepaald

en kan worden gestopt met herhalen. Bij elke herhaling moet voor elk blok de huidige waarde voor de optimale kandidaat-waarde en de matching error worden bewaard.

In Figuur 1 is een grafiek weergegeven waarin de matching error als functie van de kandidaat-waarde voor de diepte van een blok is uitgezet. Op de x-as bevindt zich een aantal kandidaat-waarden 11, 12, 13 en 14, met daarbij aangegeven hun matching error in een kromme 10. De benadering van de kromme 14 wordt beter naarmate er meer kandidaat-waarden 11, 12, 13 en 14 gebruikt worden. De werkelijke minimale matching error ligt in de kromme 14 tussen kandidaat-waarden 12 en 13, en vormt het minimum van de kromme 10. Kandidaat-waarde 12 kan nu worden gekozen als de optimale waarde omdat deze de laagste matching error heeft van alle kandidaat-waarden 11, 12, 13 en 14.

Wanneer de grafiek kandidaat-waarden voor de diepte betreft, dan zijn de kleinste waarden voor de diepte minima van de kromme 10. Bij kandidaat-waarden voor bewegingsvectoren is elke kandidaat-waarde een vector met componenten voor de horizontale en voor de verticale beweging. In dat geval is een kandidaat-waarde voor de bewegingsvector een minimum van de kromme 10 wanneer een van de componenten van deze vector kleiner is dan de corresponderende componenten van de andere vectoren.

In Figuur 2 is een tweede grafiek weergegeven waarin de matching error als functie van de kandidaat-waarde voor de diepte is uitgezet. Op de x-as van de grafiek bevindt zich een aantal kandidaat-waarden 21, 22, 23 en 24, met daarbij aangegeven hun matching error in een kromme 20. Kandidaat-waarde 22 kan nu worden gekozen als de optimale waarde omdat deze de laagste matching error heeft van alle kandidaat-waarden 21, 22, 23 en 24. De kromme 20 neemt echter minder toe dan de kromme 10 uit Figuur 1, voor een zelfde verandering in de waarde van een kandidaat-waarde. Deze verandering is een maat voor de "sterkte" van de gekozen optimale kandidaat-waarde. Volgens deze maat is kandidaat-waarde 22 een zwakke optimale kandidaat-waarde, terwijl kandidaat-waarde 12 uit Figuur 1 een sterke optimale kandidaat-waarde is.

Het is nu mogelijk om de sterkte te gebruiken als een criterium om te bepalen of een gekozen optimale kandidaat-waarde acceptabel is. Aan de hand hiervan kan worden bepaald of de hierboven beschreven werkwijze voor het kiezen van een optimale kandidaat-waarde herhaald moet worden om een betere keuze te maken. Wanneer de gekozen optimale kandidaat-waarde voldoende sterk is, dan zal een herhaling van de werkwijze dezelfde optimale kandidaat-waarde opleveren. Herhaling is dus alleen nodig als er sprake is van een zwakke optimale kandidaat-waarde.

Een mogelijk criterium voor het bepalen van de sterkte is een percentage van de matching error van de gekozen optimale kandidaat-waarde. Dit percentage geeft dan aan dat een kandidaat-waarde niet meer dan een geheel of gedeeltelijk aantal malen meer dan de optimale kandidaat-waarde 22 mag zijn. Dit kan bijvoorbeeld worden gebruikt door een

5 interval te bepalen rond de optimale kandidaat-waarde 22, waarbinnen een kandidaat-waarde niet meer is dan een aantal malen de waarde van de optimale kandidaat-waarde 22. Als dit percentage vast gekozen wordt, dan is de breedte van dit interval een maat voor de sterkte: hoe groter het interval, hoe zwakker de optimale kandidaat-waarde. Ook kan de breedte vooraf vast gekozen worden en het percentage worden bepaald waarbij deze breedte bereikt

10 wordt: hoe groter dit percentage, hoe sterker de optimale kandidaat-waarde.

Als voldoende kandidaat-waarde 21, 23 en 24 bepaald zijn in de buurt van de optimale kandidaat-waarde 22, dan kan via bijvoorbeeld een techniek als interpolatie of de kleinste kwadratenmethode de helling van de kromme 20 rond de optimale kandidaat-waarde 22 bepaald worden. Hiermee kan dan de stijging in de matching error als gevolg van een

15 verandering in de waarde van de gekozen optimale kandidaat-waarde 22 bepaald worden. Als deze helling aan een bepaald criterium voldoet, bijvoorbeeld als deze minder is dan een bepaald aantal graden, dan is de optimale kandidaat-waarde niet sterk genoeg en kan een nieuwe optimale kandidaat-waarde worden bepaald.

Een alternatief voor de hierboven beschreven technieken is het opslaan van

20 alle kandidaat-waarden 21, 22, 23 en 24 met hun bijbehorende matching errors. Hiermee kan dan later altijd de kromme 20 worden bepaald. Aangezien er relatief veel kandidaat-waarden nodig zijn bij deze techniek, is hiervoor een relatief grote hoeveelheid geheugen nodig.

In Figuur 3 is een apparaat voor het bewerken van een videosignaal 40

weergegeven, welk videosignaal 40 bestaat uit een verscheidenheid aan afbeeldingen. Het

25 apparaat bevat een beeldbewerker 41, welke ingericht is voor het bewerken van het videosignaal 40 om een verbeterd (enhanced) videosignaal te verkrijgen. Dit verbeterd videosignaal wordt vervolgens weergegeven op een display systeem 42. Alhoewel in Figuur 4 het display systeem 42 weergegeven is als een onderdeel van hetzelfde apparaat als waarin de beeldbewerker 41 is opgenomen, moge het duidelijk zijn dat het display apparaat 42 ook

30 los van het apparaat opgesteld kan worden en bijvoorbeeld via een netwerk het verbeterde videosignaal kan ontvangen van het apparaat.

De beeldbewerker 41 kan het videosignaal 40 verbeteren (enhance) op basis van informatie over de beweging of de diepte van individuele afbeeldingen in het videosignaal 40. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat de beeldbewerker 41 het videosignaal 40

zodanig bewerkt dat een gebruiker het beeld vanuit een andere hoek kan bekijken, door op basis van diepte-informatie individuele objecten, bepaald door een groep blokken, apart te roteren en zo een juiste weergave te genereren onder een andere hoek. Hiermee kan bijvoorbeeld een stereoscopische weergave verkregen worden. Bewegings-informatie kan worden gebruikt om bewegende objecten te detecteren en te markeren, bijvoorbeeld voor gebruik bij automatische surveillance-camera's. Het aldus verkregen videosignaal met gemarkeerde objecten levert een verbetering voor de gebruiker van deze camera's, omdat deze nu sneller veranderingen in het beeld kan detecteren.

Bij een andere mogelijke toepassing verbetert de beeldbewerker 41 het videosignaal 40, dat bijvoorbeeld aangeboden wordt in een gecomprimeerd formaat zoals MPEG, door een efficiënter gecomprimeerd videosignaal te produceren. Een individueel object, bepaald door een groep blokken, welk object voorkomt in een aantal afbeeldingen in het videosignaal 40, kan nu worden gecomprimeerd door pixel-informatie over het object eenmalig op te slaan, en voor andere afbeeldingen waarin dit object voorkomt alleen de bewegingsvector of diepte-informatie van dit object op te slaan. Aangezien deze informatie minder opslagruimte vereist dan de pixel-informatie van het hele object, kan met een methode zoals deze een in compressie sterk verbeterd videosignaal opleveren.

Omwille van de duidelijkheid bespreekt de uitleg hieronder de functie van elementen van het systeem alleen bij het bepalen van de diepte van een eerste blok, maar het moge duidelijk zijn uit het bovenstaande dat de beweging van een eerste blok op analoge manier kan worden bepaald.

Het apparaat bevat voorts een verzamelaar 43, een matcher 46 en een selector 47. De verzamelaar 43 is ingericht voor het maken van een verzameling 45 met kandidaat-waarden voor het bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding. De verzameling 45 die de verzamelaar 43 maakt, bevat onder andere eerder bepaalde diepten van nabij het eerste blok gelegen blokken. De diepten van bij elkaar gelegen blokken zullen meestal weinig verschillen. De diepten van nabij het eerste blok gelegen blokken vormen daarom een goed uitgangspunt bij het bepalen van de diepte van het eerste blok, en worden daarom gebruikt als kandidaat-waarden voor deze diepte. Voor dit doel is er een opslagsysteem 44, waarop deze en andere eerder bepaalde diepten opgeslagen kunnen worden, zodat de verzamelaar 43 deze kan gebruiken bij het maken van de verzameling 45 van kandidaat-waarden.

De verzamelaar 43 stuurt de verzameling 45 met kandidaat-waarden door naar een matcher 46. De matcher 46 bepaalt voor elke kandidaat-waarde uit de verzameling op

basis van de genoemde kandidaat-waarde een te matchen gebied uit de tweede afbeelding. Vervolgens matcht de matcher 46 het blok uit de eerste afbeelding met dit gebied en berekent de matcher 46 een bijbehorende matching error, zoals hierboven is beschreven. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van eerder genoemde methoden zoals de gemiddelde kwadratische fout, het gemiddelde absolute verschil, de som van de absolute verschillen of de som van de kwadratische fouten geschikte methoden.

Nadat de matching errors van de kandidaat-waarden uit de verzameling 45 zijn berekend, kiest een selector 47 de optimale kandidaat-waarde 48 uit de verzameling 45 op basis van de berekende matching errors. De optimale kandidaat-waarde 48 is de kandidaat-waarde met een relatief lage matching error. De selector 47 stuurt de optimale kandidaat-waarde 48 vervolgens naar de beeldbewerker 41. Door deze procedure te herhalen voor meerdere blokken uit een afbeelding, wordt diepte-informatie voor deze afbeelding verkregen. Aan de hand van de aldus verkregen diepte-informatie kan de beeldbewerker 41 het videosignaal 40 bewerken om een verbeterd videosignaal te verkrijgen. Dit verbeterd videosignaal kan vervolgens worden afgebeeld op het display systeem 42.

Het systeem is ingericht om te bepalen of, als gevolg van een verandering in de waarde van de gekozen optimale kandidaat-waarde, een stijging in de bijbehorende matching error aan een vooraf bepaald criterium voldoet. Hiermee wordt, zoals hierboven is beschreven bij Figuur 2, de sterkte van de gekozen optimale kandidaat-waarde bepaald. Het systeem bepaalt dus of de gekozen optimale kandidaat-waarde voldoende sterk is. Een criterium voor de sterkte is bijvoorbeeld een percentage van de matching error van de gekozen optimale kandidaat-waarde.

Als de gekozen optimale kandidaat-waarde niet voldoende sterk is, activeert het systeem de verzamelaar 43, de matcher 46 en de selector 47. Deze kiezen dan op de hierboven beschreven wijze een nieuwe optimale kandidaat-waarde, waarvan desgewenst ook de sterkte bepaald kan worden. Als ook deze sterkte niet voldoende is, kan het systeem nogmaals de verzamelaar 43, de matcher 46 en de selector 47 activeren. Wanneer de gekozen optimale kandidaat-waarde wel voldoende sterk is, dan is het niet nodig om nogmaals een nieuwe optimale kandidaat-waarde te kiezen.

Het systeem kan de genoemde stijging bepalen door een helling te bepalen van een kromme behorende bij een functie van matching error tegen kandidaat-waarde. Het vooraf bepaald criterium is dan bij voorkeur een maximum voor de helling van deze kromme.

CONCLUSIES:

19. 05. 2000

(86)

1. Werkwijze voor het kiezen van een optimale kandidaat-waarde voor gebruik bij het matchen van een blok uit een eerste afbeelding met een gebied uit een tweede afbeelding, welke werkwijze omvat:

(a) het maken van een verzameling (45) met kandidaat-waarden (11, 12, 13, 14) voor het
5 bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding,

(b) voor elke kandidaat-waarde uit de verzameling (45), het op basis van de genoemde kandidaat-waarde (11, 12, 13, 14) bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding, het matchen van het blok uit de eerste afbeelding met dit gebied en het berekenen van een matching error, en

10 (c) het kiezen van de optimale kandidaat-waarde (12) uit de verzameling (45) op basis van de berekende matching errors,

met het kenmerk, dat de stappen (a), (b) en (c) herhaald worden wanneer, als gevolg van een verandering in de waarde van de gekozen optimale kandidaat-waarde (12), een stijging in de bijbehorende matching error aan een vooraf bepaald criterium voldoet.

15

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het vooraf bepaald criterium een percentage is van de matching error van de gekozen optimale kandidaat-waarde (12).

20 3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de genoemde stijging gevonden wordt door een helling te bepalen van een kromme (10) behorende bij een functie van matching error tegen kandidaat-waarde.

4. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het vooraf bepaald
25 criterium een maximum is voor de helling van deze kromme (10).

5. Systeem voor het kiezen van een optimale kandidaat-waarde voor gebruik bij het matchen van een blok uit een eerste afbeelding met een gebied uit een tweede afbeelding, welk systeem omvat:

- een verzamelaar (43), welke is ingericht voor het maken van een verzameling (45) met kandidaat-waarden (11, 12, 13, 14) voor het bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding,
- een matcher (46), welke is ingericht voor het voor elke kandidaat-waarde uit de verzameling (45) op basis van de genoemde kandidaat-waarde (11, 12, 13, 14) bepalen van een te matchen gebied uit de tweede afbeelding, het matchen van het blok uit de eerste afbeelding met dit gebied en het berekenen van een matching error, en
- een selector (47), welke is ingericht voor het kiezen van de optimale kandidaat-waarde uit de verzameling (45) op basis van de berekende matching errors,

10 met het kenmerk, dat het systeem is ingericht om te bepalen of, als gevolg van een verandering in de waarde van de gekozen optimale kandidaat-waarde, een stijging in de bijbehorende matching error aan een vooraf bepaald criterium voldoet, en is ingericht om in dat geval de verzamelaar (43), de matcher (46) en de selector (47) te activeren.

15 6. Systeem volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het vooraf bepaald criterium een percentage is van de matching error van de gekozen optimale kandidaat-waarde (12).

20 7. Systeem volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het systeem ingericht is om de genoemde stijging te bepalen door een helling te bepalen van een kromme (10) behorende bij een functie van matching error tegen kandidaat-waarde.

8. Systeem volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat het vooraf bepaald criterium een maximum is voor de helling van deze kromme (10).

25

9. Apparaat voor het bewerken van een videosignaal (40) bestaande uit een verscheidenheid aan afbeeldingen, bevattend:

- een systeem (43, 46, 47) volgens conclusie 5, 6, 7 of 8 voor het kiezen van een optimale kandidaat-waarde (48) voor gebruik bij het matchen van een blok uit een eerste afbeelding (40) met een gebied uit een tweede afbeelding, welk systeem ingericht is om optimale kandidaat-waarden te kiezen voor blokken uit de afbeeldingen uit de genoemde verscheidenheid, en

30

- een beeldbewerker (41) voor het bewerken van het videosignaal (40) om een verbeterd (enhanced) videosignaal te verkrijgen op basis van de verkregen optimale kandidaatwaarden zoals bepaald door het genoemde systeem (43, 46, 47).

5 10. Apparaat volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat het apparaat voorts is voorzien van een display systeem (42) voor het afbeelden van het verbeterde videosignaal.

This Page Blank (uspto)

ABSTRACT:

19. 05. 2000

(86)

In block-based motion or depth estimation, a block is assigned a motion or depth value as a result of minimising the matching error over a limited set of candidate values (21, 22, 23, 24). The curvature (20) of the function of matching error against candidate value, based on this set, can be used as a measure for the strength of the obtained optimal candidate value for motion or depth. If the obtained value is not sufficiently strong, the method and system according to the invention will repeat the process of determining the optimal candidate value until a sufficiently strong value is obtained. An apparatus for adapting a video signal (40) uses the chosen candidate values to create an enhanced version of the video signal (40).

10

Fig. 2

This Page Blank (uspto)

1/1

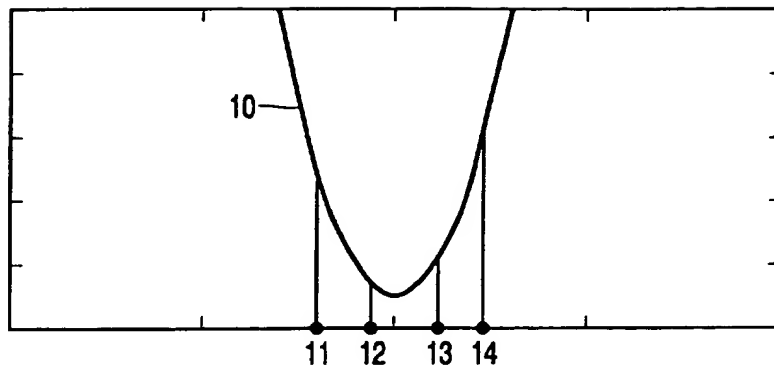


FIG. 1

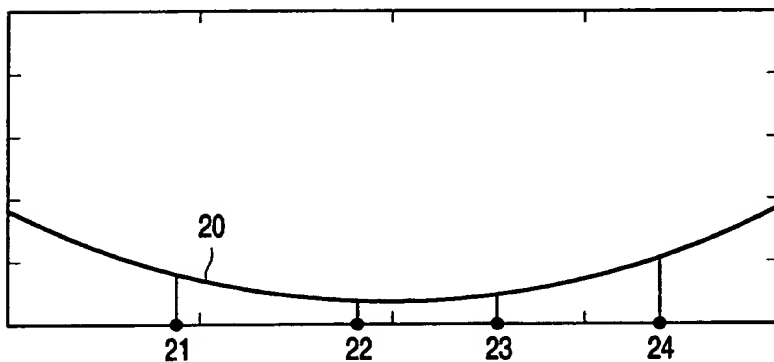


FIG. 2

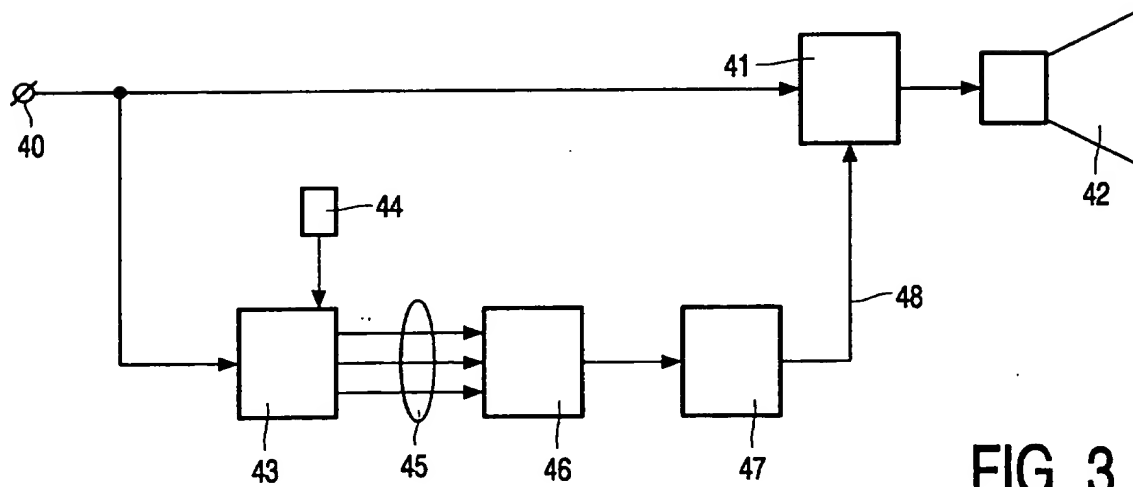


FIG. 3

This Page Blank (uspto)